11

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

DR. ING. ALBERTO DEL ROSSO - ING. ANDRÉS GHIA
ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN

11

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

DR. ING. ALBERTO DEL ROSSO – ING. ANDRÉS GHIA
ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

Julio, 2011

CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO **3**

INFORME FINAL **4**

1.Introducción 4

2.Metodología 6

3.Descripción de Obra Civil en Instalaciones de Generación Renovable 7

3.1.Fundaciones de Turbinas Eólicas y Plataformas 8

3.2.Rutas y Caminos de Acceso 9

3.3.Caminos internos 10

3.4.Zanjeo para cables 11

3.5.Subestación 12

4.Tarea 1: Participación de la Industria de la Construcción en Proyectos de Generación Renovable 13

4.1.Introducción 13

4.2.Casos Analizados 13

4.3.Resumen y Conclusiones 22

5.Tarea 2: Impacto Económico sobre la Industria de la Construcción de los Planes de Renovables en el País 23

5.1.Planes de Generación de Energía Renovable en Argentina 23

5.2.Estimación de la Participación de la Industria de la Construcción 25

6.Resumen y Conclusiones 26

7.Referencias Bibliográficas 27

ÍNDICE FIGURAS

Figura 31: Fundación de zapata del tipo “T” invertida (Fuente [1]) 8

Figura 32: Volumen de concreto en función de la capacidad nominal de la turbina eólica 9

Figura 33: Configuración de un parque eólico sobre colinas no alineadas 10

Figura 34: Configuración de un parque eólico sobre colinas alineadas. 11

Figura 35: Layout característico de una granja eólica. 12

Figura 41: Participación relativa de distintos ítems en el costo total de instalación de un parque eólico de 34 MW. 16

Figura 42: Componentes de costos de inversión de un parque eólico (Fuente: renewable UK http://www.bwea.com/ref/econ.html) 19

Figura 43: Apertura de costos de instalación de un parque eólico 20

Figura 51: Detalles por tipo de la nueva Generación Renovable[25] 24

ÍNDICE TABLA

Tabla 41: Porcentajes de costos de instalación de un parque eólico por actividad (Fuente [8]) 14

Tabla 42: Resumen de costos de obra civil de un parque eólico de 34 MW (Fuente [12]) 15

Tabla 43: Resumen del costo total de instalación de un parque eólico de 34 MW (Fuente [12]) 15

Tabla 44: Resultado de la aplicación del modelo de NREL para el caso de una instalación de aerogeneradores de 1,5 MW (Fuente [13]). 17

Tabla 45: Participación de los distintos ítems en el costo total de inversión de un parque eólico, basado en datos de instalaciones de Alemania, Dinamarca, España y el Reino Unido (Fuente:[14]) 18

Tabla 46: Costos de inversión considerados en el estudio de impacto económico (Fuente: [23]) 21

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo planteado era determinar la influencia de la nueva generación renovable en la industria de la construcción, y el impacto que puede provocar el incentivo de la misma dentro del sector.

En este trabajo se presenta una estimación de la participación de la industria de la construcción en los planes de generación de energías renovables en los próximos años en Argentina. El análisis se basa en determinar un porcentaje, o rango de porcentajes, típico de participación de la obra civil en los montos totales de inversión de proyectos de renovables. Esos porcentajes se aplican posteriormente al monto total estimado de los planes de integración de renovables, para determinar el potencial impacto en la industria de la construcción.

Los resultados indican que pueden esperarse entre $ 900 millones y $ 1.350 millones, correspondientes a la industria de la construcción. Los resultados son algo conservadores, aún el rango superior, ya que como se indicó en la Sección 4, la consulta realizada con especialistas locales en la fabricación y construcción de plantas eólicas, la participación de la obra civil puede representar en algunos casos hasta el 20 % del total. Eso depende de varios factores, tales como el tamaño del parque, el tamaño de las turbinas, la ubicación del parque respecto a caminos y rutas públicas, etc.

Por otro lado, depende también que ítems específicos se consideren dentro de la obra civil. Por ejemplo, el tendido de líneas de transmisión incluye trabajo en obras civiles, pero muchas veces se agrupa ésta parte dentro del rubro obra eléctrica.

Los resultado obtenidos en este trabajo, se han referido únicamente a los generadores eólicos, puesto que es la mayoría de la tecnología a incorporar, en el mediano plazo. Sin embargo, se infirió el resultado a la totalidad de la nueva matriz a agregar, sin cometer grandes errores, puesto que se estima que como es nueva tecnología, el peso porcentual de la misma pesa por arriba del 70 % del total de la inversión.

La conclusión es que el sector de la construcción, se verá también beneficiado con las nuevas políticas de inversión en fuentes de energía renovable, puesto que todas necesitarán de obras civiles solidas para apoyar los generadores eléctricos y de múltiples caminos, para integrar el origen de las fuentes primarias abundantes, con la creciente demanda en energía eléctrica.

Los resultados de la Tarea 1, indican que la obra civil representa entre un 10 % y 15 % del monto total de inversión, en un proyecto de generación eólica. No ha podido determinarse un monto similar para las otras tecnologías, sin embargo, puede asumirse en este caso que representan un porcentaje similar. En el plan del GENREN el mayor porcentaje corresponde a generación eólica, por lo que el error en la estimación para las otras tecnologías es de menor cuantía.

INFORME FINAL

1. Introducción

La Argentina posee un ingente potencial de energía eólica así como de otras fuentes de energía renovable, el cual hasta el presente ha sido explotado solo en una pequeña porción.

En el pasado se implementaron mecanismos regulatorios para la promoción de las energías de fuentes renovables y en particular la energía eólica. Dentro de estos mecanismos se destacan como instrumentos legales, La Ley 26.190 de Diciembre 6 de 2006 y la Ley 4.389 de la Provincia de Chubut. Adicionalmente, los créditos ambientales son elementos adicionales que pueden ayudar al desarrollo de las energías renovables. En efecto, los proyectos eólicos que pueden ser incluidos dentro de los mecanismos de desarrollo limpio (MDL), en el marco del Protocolo de Kyoto y con ello recibir una remuneración por evitar la emisión de gases de efecto invernadero (CO2) a la atmósfera (créditos de carbono).

La experiencia a través de los últimos años demostró que estos mecanismos no son suficientes para promover inversiones en generación renovable en gran escala en el país, y por ende se necesita de un mayor impulso gubernamental a través de mayor exención impositiva y/o subsidios con una actualización más acorde a las condiciones vigentes.

En este sentido, el gobierno nacional lanzó en 2009 planes de incentivo de generación con energías renovables, a través del Programa GENREN. GENREN es un programa que la Secretaria de Energía junto con ENARSA, lleva a cabo en forma conjunta para la implementación de nueva generación de energía eléctrica que utilice como combustible primario, fuentes de energía con características renovables. El objetivo principal es la diversificación de la Matriz Energética con una participación federal y distribuida de las nuevas fuentes energéticas a incorporar.

En el mes de junio de 2010 se llevo a cabo el proceso licitatorio, con un total de 21 empresas oferentes y 51 proyectos presentados. La potencia ofertada fue por 1.436,5 MW, un 40 % superior a lo requerido.

Las empresas Adjudicatarias fueron las siguientes:

- Emgasud Renovables S.A.
- Patagonia Wind Energy S.A.
- Energías Sustentables S.A.
- International New Energy.
- Sogesic S.A.
- Isolux Corsan Argentina S.A.
- IMPSA S.A.
- Nor Aldyl S.A.
- Centrales Térmicas.
- Mendoza S.A.

- SIRJ SRL.
- Generación Eólica S.A.
- IECSA S.A. -Hidrocuyo S.A.

El éxito del plan se basa en que se garantiza la compra de energía a un precio pactado por un periodo de 15 - 20 años. El plan tiene un presupuesto de 9.000 millones de Pesos de inversión y supone más de 2 millones de toneladas de CO2 evitados, por el reemplazo de derivados del petróleo como fuente primaria de combustible.

Siguiendo el lineamiento de sus objetivos primarios, el GENREN, tiene previsto las siguientes operaciones, las cuales se encuentran dentro del proceso licitatorio para la diversificación de la matriz energética.

- Residuos Sólidos Urbanos por 120 MW.
- Energía Geotérmica por 30 MW.
- Energía Solar Térmica por 25 MW.
- Biogás por 20 MW.
- Relanzamiento de: Eólica, Biomasa y Térmica con Biocombustibles.

Por lo tanto, el Programa GENREN que lleva a cabo la Secretaría de Energía, tiene previsto el ingreso de casi 1.000 MW de Energía Renovable, correspondiente a un 5 % de la demanda máxima anual y a casi un 4 % de la matriz Instalada total que tiene la Argentina actualmente.

Cabe destacar que el éxito del programa se basa en contratos a precios fijos durante un periodo de 15 años, que es la vigencia del contrato. Los precios por MWh de energía eléctrica entregados en el punto de conexión, son los siguientes: para los 17 proyectos de Energía Eólica seleccionados desde U$D/MWh 121 a U$D/MWh 134 (promedio ponderado del conjunto U$D /MWh 126,9); para los 4 proyectos Térmicos con Biocombustibles seleccionados desde U$D/MWh 258 a U$D/MWh 297 (promedio ponderado del conjunto U$D/MWh 287,6); para los 5 Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos seleccionados desde U$D/MWh 150 a U$D/MWh 180 (promedio ponderado del conjunto U$D/MWh 162,4); para los 6 proyectos de Energía Solar Fotovoltaica seleccionados desde U$D/MWh 547 a U$D/MWh 598 (promedio ponderado del conjunto U$D/MWh 571,6) [1.]

La instalación de plantas de generación renovables tiene un impacto significativo en el desarrollo económico del país. Estos impactos pueden identificarse como directos, indirectos e inducidos [1][5][6][7][18][19][20][21].

Los impactos directos son los efectos inmediatos de erogar dinero en la construcción de nuevas plantas, tales como la mano de obra de trabajos de campo de instalación y construcción de las plantas, personal de apoyo, supervisión, etc. También se incluye dentro de esta categoría los puestos de trabajo relacionados directamente con la construcción de los equipos y componentes (turbinas, generadores, torres, calderas, etc.). Los impactos indirectos por otro lado, se refieren al incremento de actividad económica cuando los contratistas, fabricantes y suministradores de bienes y servicios que participan en la construcción y puesta en servicio de estas plantas utilizan el dinero que reciben para mantener el funcionamiento de sus respectivos negocios. Por ejemplo,

1 Adjudicación de Contratos de Abastecimiento de Energía Eléctrica a Partir de Fuentes Renovables (09/09/2010 - http://www.enarsa.com.ar/nota30.htm.

servicios bancarios y financieros, seguros, proveedores de equipos y materiales, proveedores de servicios, etc. Los impactos inducidos se refieren al incremento de la actividad económica que resulta, cuando las personas que directa o indirectamente, reciben ganancias de la construcción de las plantas de energía renovables y gastan ese dinero. Por ejemplo, cuando un obrero compra comida, indumentaria y otros bienes y servicios.

El desarrollo de generación renovable tiene un impacto directo sobre la industria de la construcción, por ejemplo en la instalación de torres de generadores eólicos, obras civiles asociadas a la instalación de generadores térmico-solares, digestores de biogás, plantas de biocombustibles, etc. Por otro lado, las plantas de generación de renovables se encuentran generalmente lejos de la demanda (se localizan donde está disponible el recurso primario), lo que requiere de la construcción de nuevas de líneas de transmisión, así como de caminos y rutas a acceso a las instalaciones. Estos son dos elementos importantes a considerar en la evaluación del impacto en la industria de la construcción.

En este aspecto, el informe de la referencia [4] señala que el crecimiento experimentado por el sector eólico en España, y la creación de nuevas empresas dedicadas a proveer de bienes y servicios en toda la cadena de valor del producto, ha tenido consecuencias positivas en la creación directa e indirecta de empleo; esto último derivado del importante efecto arrastre que tienen las actividades desarrolladas en el resto de la economía, como por ejemplo: transporte, construcción, metalurgia, etc. Asimismo, un artículo periodístico sobre el impacto económico de emprendimientos eólicos publicado en un journal especializado señala que se estima que la construcción de 9.000 MW de generación eólica proyectada en el estado de Wyoming en EE.UU. generará 5.500 empleos solo en la industria de la construcción2. El artículo destaca además, que tal proyección se basa en la experiencia de la construcción de plantas eólicas en ese estado, como en otros estados de ese país. Cabe destacar que en EE.UU. se han instalado hasta la fecha más de 35.000 MW de generación eólica, y que por lo tanto existe una cuantiosa experiencia en la materia.

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la instalación de plantas de generación de energías renovables en la industria de la construcción y realizar una estimación del beneficio económico de la implementación del programa GENREN sobre esta industria en la Argentina.

2. Metodología

La metodología que se sigue en este trabajo para estimar la posible participación de la industria civil en los planes de generación de energías renovables en el país, consiste en las siguientes tareas principales:

- Tarea 1: Estimar un porcentaje o rango de porcentajes, de la participación de la industria de la construcción en la inversión total requerida para la construcción de parques de generación de fuentes renovables. El objetivo es determinar, que porcentaje del monto total de inversión de un parque de renovable corresponde a la obra civil.

- Tarea 2: Aplicar los resultados de la tarea 1 para estimar el Impacto económico para el sector de

2 Renewable energy expert says turbines could have significant economic impact, By JEREMY PELZER Casper Star-Tribune The Billings Gazette | Posted: Thursday, November 11.

la construcción, de los planes de generación de energías renovables en Argentina.

Para la Tarea 1 se realiza una recopilación e investigación bibliográfica, fundamentalmente de informes y documentos disponibles en internet. Cabe destacar que hay una gran cantidad de información y reportes técnicos relacionados con el tema, muchos de los cuales son publicaciones de importantes y destacadas instituciones de la industria de energías renovables, tanto a nivel local como internacional. En general, es difícil encontrar referencias específicas a la industria de la construcción, ya que en muchos la discriminación por rubros no sigue exactamente la clasificación según el tipo de industria. Por ejemplo, en muchos casos se habla de la construcción de una planta eólica, pero eso incluye el tendido de la red eléctrica interna, la instalación de los aerogeneradores, etc.

Los documentos analizados provienen de muy variadas y diversas fuentes, incluyendo análisis de factibilidad de proyectos específicos, proyectos de investigación, informes de prestigiosas entidades y organización del sector de energías renovables, tales como EWEA, IEA. También se incluye información recopilada por los consultores directamente con fabricantes y desarrolladores de proyectos de renovables, mediante comunicación telefónica y reuniones personales. Cabe destacar, que esta parte del estudio se ha focalizado en la generación eólica, por ser esta la generación de fuentes renovables con mayor desarrollo a nivel mundial, y por lo tanto sobre la que hay mayor disponibilidad de información. No obstante esto, los resultados pueden extenderse a otras tecnologías, aunque con menor precisión en los resultados.

3. Descripción de Obra Civil en Instalaciones de Generación Renovable

En esta sección se describen sucintamente los distintos componentes de obra civil comúnmente involucrados en la construcción de plantas de energía renovable. La descripción se centra principalmente en granjas eólicas, puesto que esta tecnología ha sido ampliamente predominante dentro del desarrollo de energías renovables y además es la que tiene mayores perspectivas de crecimiento futuro, especialmente en Argentina.

La obra civil asociada a la construcción de una granja eólica incluye generalmente lo siguiente [2][21]:

- Fundaciones de las turbinas y plataformas.
- Caminos de acceso (modificación de rutas y caminos públicos).
- Caminos internos.
- Excavación y Zanjeo para cables.
- Construcción de la subestación.

Con excepción de las fundaciones de las turbinas, todos los demás trabajos se realizan con estándares de construcción convencionales, por lo que no requieren de una especialización ligada a la industria eólica.

3.1 Fundaciones de Turbinas Eólicas y Plataformas

Las fundaciones de turbinas eólicas están sometidas a grandes cargas de vuelco, producto de las fuerzas de empuje del viento actuando sobre las palas de la turbina y la columna principal. El diseño y dimensiones de la fundación dependen de la altura, peso y configuración de la turbina, de la máxima velocidad de viento que debe soportar y de las condiciones del terreno.

Existen varios tipos de fundaciones para turbinas eólicas, siendo la más común la de "zapata T invertida", como se muestra en la Figura 31. Esta fundación del tipo de gravedad, utiliza la resistencia del terreno junto con el peso del hormigón para proporcionar la resistencia al momento de vuelco.

En general, independientemente del tipo de fundación, los volúmenes de hormigón utilizados son significativos. Por ejemplo, una turbina de 2 MW puede requerir una fundación con un volumen de concreto de entre 300-350 m^3 [2]. A modo de ejemplo, también se menciona información sobre un parque eólico que se encuentra en construcción en la región Patagónica.

Se trata del Parque Eólico Rawson que está desarrollando la empresa EMGASUD S.A., en el marco de Programa GENREN. El mismo se ubica en cercanías de la ciudad de Rawson, en la Provincia del Chubut. El parque estará equipado con 43 aerogeneradores Vestas, modelo V 90, de 1,8 MW, y su producción se volcará al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) a través de una nueva línea de 132 KV, hasta el nodo ET Rawson, perteneciente al SADI. Según nota de prensa reciente, cada base de hormigón es de 400 m3 con 30 toneladas de hierro3.

Como otro ejemplo, puede mencionarse el proyecto Parque Eólico Pintado en Uruguay, según el estudio de referencia [21], se instalaron aerogeneradores Vestas-V100 de 1,8 MW de capacidad nominal. Los mismos tienen tres palas o aspas de 49 m de diámetro dispuestas a 120º, montados sobre una torre de acero de 105 m de altura de buje. Para el anclado de los aerogeneradores se construirán zapatas de aproximadamente 550 m3 de hormigón armado, con una zapata troncocónica de base cuadrada de 17 m de lado por 2 m de profundidad.

La Figura 32 ha sido extraída de artículo sobre consideraciones de diseño de turbinas4 eólicas, la misma representa como aumenta al volumen de concreto en función del tamaño o capacidad de la turbina que soporta.

Figura 31: Fundación de zapata del tipo "T" invertida (Fuente [1])

3 http://www.argentinaeolica.org.ar; http://www.emgasud.com.ar/un_e_eolica_rawson.asp

4 Kirk Morgan, Eric Ntambakwa, "Wind Turbine Foundation Behavior and Design Considerations", AWEA WINDPOWER Conference, Houston, June 2008.

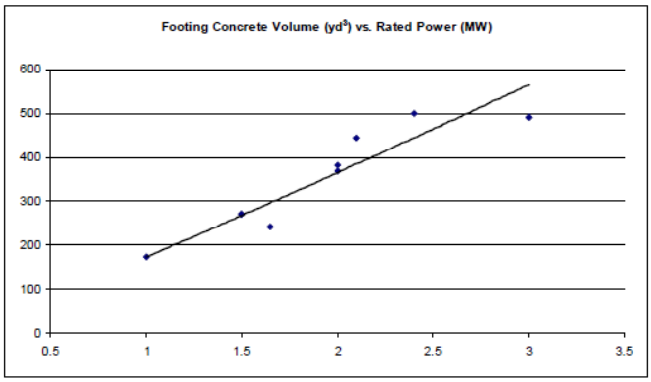


Figura 32: Volumen de concreto en función de la capacidad nominal de la turbina eólica[5]

Plataformas:

Para las labores de instalación de los aerogeneradores se construyen plataformas de montaje niveladas, sobre las que se sustentan las grúas necesarias para el izado de las torres y demás componentes del equipo. A los efectos de brindar una idea general de las dimensiones y características de estas plataformas, se menciona el caso del proyecto Parque Eólico Pintado en Uruguay, referenciado anteriormente. Según el estudio de referencia, se construirán 28 plataformas, una para cada aerogenerador, 21 de las cuales serán de montaje (30 x 40 m) y 7 plataformas de maniobras (del orden de los 50 x 50 m). Las plataformas serán construidas con materiales extraídos de las propias excavaciones para las bases de los aerogeneradores.

El hormigón necesario para las cimentaciones y otras obras civiles será fabricado en una planta instalada dentro del predio. La planta ocupará una superficie aproximada de 500 m^2 y un área de acopio de materiales de 3.000 m2.

3.2 Rutas y Caminos de Acceso

Normalmente, con el objeto de minimizar la ocupación del terreno y reducir costos, se trata de aprovechar la infraestructura civil existente, construyendo nuevos caminos sólo cuando las existentes no presenten las condiciones requeridas, o bien, porque no llegan hasta el emplazamiento deseado. Es claro que la necesidad de construir y ampliar los caminos de acceso a las instalaciones depende de las condiciones particulares de cada instalación (características de las rutas y caminos existentes y estado de los mismos, necesidad de realizar ensanches de curva y/o refuerzos, modificaciones en las canalizaciones existentes, etc.).

En ciertos lugares las autoridades locales exigen que se realicen mejoras a los caminos existentes, como una forma de aporte a la comunidad [2]. En algunos casos los nuevos caminos que deben construirse son de carácter provisional, limitándose su uso a la primera fase de ejecución de las instalaciones, mientras que otros se continúan utilizando luego de finalizada la etapa de construcción, como pistas de acceso para el mantenimiento y control operacional que deban realizarse durante

5 Kirk Morgan, Eric Ntambakwa, "Wind Turbine Foundation Behavior and Design Considerations", AWEA WINDPOWER Conference, Houston, June 2008.

la vida útil del parque. En el caso de los caminos temporarios debe considerase el costo y las condiciones para el desmantelamiento de los mismos.

3.3 Caminos internos

La longitud total de los caminos internos de la granja puede ser significativa en algunos casos. La turbinas en una granja eólica están espaciadas entre sí una distancia aproximada de 4 a 5 veces el diámetro del rotor. Por ejemplo, la turbina Vestas V90 de 1,8 MW tiene un diámetro de rotor de 90 m[6], por lo que el espaciamiento mínimo puede variar entre 360 m y 450 m. Si se considera una granja de 30 maquinas con una simple lineal, y un espaciamiento medio de 400 m, la distancia total a recorrer por el camino interno será igual a: (Número de turbinas – 1) x Distancia entre turbinas = 29 x 400 = 11.600 m.

Este es un cálculo simplificado que ayuda a entender las dimensiones de una granja eólica de capacidad media (54 MW de potencia instalada), sin embargo, en la mayoría de los casos la configuración de la planta es más compleja que una simple estructura lineal y como consecuencia, la longitud total de los caminos internos se incrementa notablemente. En efecto, la configuración de un parque eólico, es decir, la distribución de los aerogeneradores sobre el terreno, depende de:

- las condiciones del viento: como velocidades medias, direcciones predominantes y vientos extremos;
- las características propias de los aerogeneradores: como el tamaño, el tipo y la altura de las torres, y;
- la topología del terreno: valles, sierras, acantilados, etc.

La Figura 33 muestra en forma esquemática la configuración de un parque eólico sobre un terreno con colinas que no están alineadas entre sí, mientras que la Figura 34, muestra el caso de un parque eólico emplazado en un terreno con colinas que tienen cierto alineamiento geográfico entre ellas. Claramente, los aerogeneradores se instalan lo más próximo posible a las cumbres de las colinas, para lograr un mayor aprovechamiento del recurso eólico. En general en el caso de terreno con colinas no alineadas, el camino principal esta a mayor distancia de las plataformas de acceso a los aerogeneradores y por lo tanto la longitud total de los caminos secundarios se incrementa notablemente.

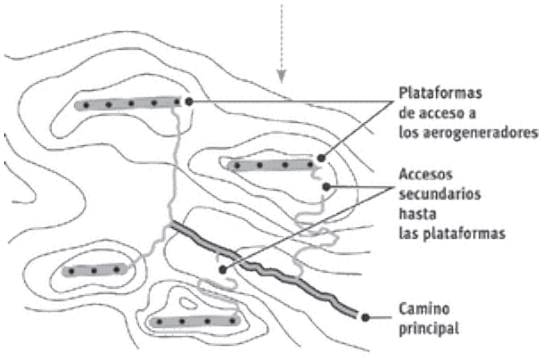


Figura 33: Configuración de un parque eólico sobre colinas no alineadas [7]

6 Vestas V90-1.8 MW brochure – disponible en el sitio web www.vestas.com

7 Distribución de los aerogeneradores en un parque eólico, Conrado Moreno Figueredo, Especialista en energía eólica del Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER).

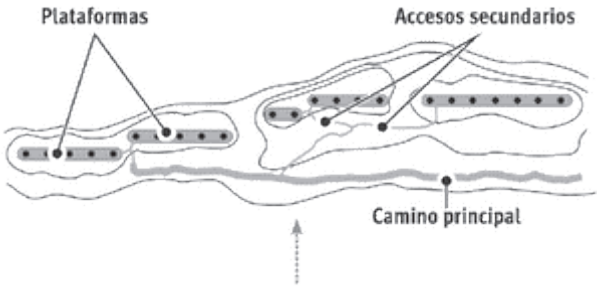


Figura 34: Configuración de un parque eólico sobre colinas alineadas.

Los caminos internos se utilizan tanto en la etapa de construcción como después para el manteniendo de las instalaciones, por lo que tienen que ser durables y con buenas condiciones de drenaje. Generalmente son de ripio compactado. En ciertos casos los materiales extraídos en la excavación de las bases de los aerogeneradores, se pueden usar para construir las plataformas y caminos (dependiendo de las fases de construcción), optimizando o reduciendo, de esta forma, el traslado de materiales.

3.4 Zanjeo para cables

Un parque eólico conectado a la red de potencia se configura mediante la instalación integrada de un conjunto de varios aerogeneradores, interconectados eléctricamente mediante redes eléctricas propias, compartiendo una misma infraestructura de acceso y control. La conexión a la red eléctrica de distribución se realiza mediante la correspondiente transformación de tensión, en dependencia de la capacidad técnica de las redes existentes y de la propia instalación. La Figura 35 muestra el layout típico de una granja eólica, donde pueden observarse los distintos componentes de la misma.

La conexión eléctrica entre los aerogeneradores, la estación transformadora y el centro de control, se realiza generalmente a través de cables subterráneos de media tensión. Las canalizaciones se hacen mediante zanjas de entre 60 y 90 cm de profundidad, anchos variables, en función del número de conductores que contengan. Generalmente se construyen con un fondo de arena sobre el que se colocan los cables de media tensión. Al igual que en el caso de los caminos internos, la longitud total de zanjas esta dado por las distancias que separan los distintos aerogeneradores entre sí y del centro de control, lo cual depende de las características de máquinas, la cantidad de unidades y la geometría del parque.

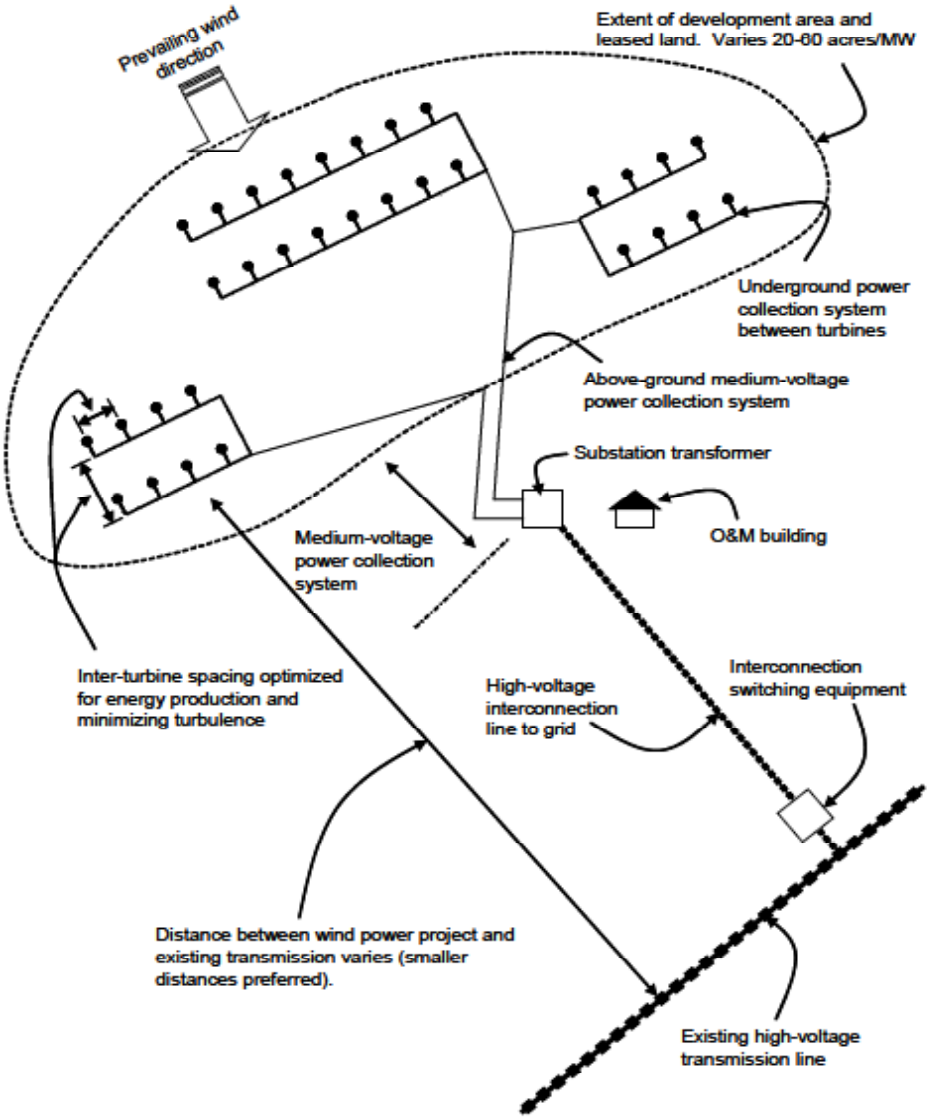


Figura 35: Layout característico de una granja eólica.

3.5 Subestación

La subestación presenta características típicas de subestaciones de transformación con aislación por aire, donde los componentes eléctricos de alta tensión se disponen en las playas de maniobras en campos o bahías y los de media tensión, en celdas dentro de la sala de control. La sala de control se puede construir de mampostería o del tipo prefabricado. La obra civil incluye la preparación del terreno, la construcción de la sala de control, fundaciones de transformadores y componentes de maniobra, canalizaciones e instalaciones de cercos y postes.

4. Tarea 1: Participación de la Industria de la Construcción en Proyectos de Generación Renovable

4.1 Introducción

En esta parte del trabajo se recolecta y analiza información y datos sobre estudios de proyectos eólicos, con el objeto de extraer de la misma información respecto a la participación de la obra civil en los montos totales de instalación. En cada caso se presenta una descripción sucinta del trabajo de referencia, y se extraen los datos relacionados directamente con los costos de obra civil. Las fuentes analizadas corresponden a estudios de muy variada procedencia y características. En algunos casos los estudios de referencia datan de algunos años (4 o 5 años atrás). Si bien los valores de precios y costos en esos casos pueden resultar desactualizados, los datos son perfectamente válidos para este trabajo, ya que lo que interesa es la participación relativa de los distintos componentes de costos, y no los valores absolutos de inversión.

4.2 Casos Analizados

Fuente #1: Estimación del Impacto Socioeconómico del Sector de la Energía Eólica en Aragón (1996-2012), Universidad de Zaragoza 2009.

El trabajo está destinado a cuantificar el impacto que la construcción de parques eólicos y la producción de energía eólica generan, en la producción y el empleo en la región de Aragón. El estudio pretende cuantificar tanto el impacto socioeconómico que provoca la creación y puesta en marcha de nuevos parques eólicos, como los efectos sobre la producción y el empleo de éstos, una vez que entran en funcionamiento.

Para cuantificar los impactos económicos, el estudio utiliza un modelo de demanda-producto. Tal modelo cuantifica cómo se distribuye una actividad económica entre el conjunto de los sectores de la economía del país o región de referencia. El mismo pone el énfasis en los flujos económicos, desde el punto de vista de las ramas de actividad. Se trata de un modelo que permite analizar las transacciones que se realizan entre las distintas ramas de una economía y que pueden describirse como un circuito económico o sistema de flujos independientes, tanto de bienes y servicios, como de factores productivos. Se emplea en ese estudio para estimar el impacto económico del gasto, en este caso la inversión en generación eólica, sobre la producción total y el empleo regional.

Resulta claro que los objetivos y alcances de tal estudio son considerablemente más amplios que los que se plantean para este trabajo. No obstante esto se puede extraer de la misma, información que es relevante para los objetivos de este trabajo. En particular se encuentra en ese trabajo, una descomposición del valor económico de un parque eólico, en función de las ramas de actividad que participan en la fabricación e instalación de los distintos componentes del parque. La Tabla 41, extraída del estudio de referencia, presenta una desagregación de los costos de instalación de un parque eólico. Según los datos de la tabla, el aerogenerador representa aproximadamente un 75 por ciento del costo total distribuido entre equipo eléctrico (18%), equipo mecánico (25%) y metalurgia (32%). La instalación representa un 17%, repartido entre obra civil (8%) e instalación eléctrica interna (9%).

Aerogenerador	**75**
Equipo eléctrico	18
Equipo mecánico	25
Metalurgia	32
Punto de conexión (interconexión)	**8**
Resto de instalación	**17**
Obra civil	8
Instalación eléctrica interna	9
Total	**100**
Coste por ramas de productos del MIOA	
Equipo eléctrico	35
Metalurgia	32
Equipo mecánico	25
Construcción	8
Total	100

Tabla 41: Porcentajes de costos de instalación de un parque eólico por actividad (Fuente [8])

Fuente #2: Costos de implantación de un parque eólico, Jose Maria Yusta Loyo, Universidad de Zaragoza.

Este trabajo ilustra mediante un caso práctico, el detalle de los componentes de costo de un parque eólico. Los ítems de costo considerados en el estudio son los siguientes:

- OBRA CIVIL
  - Caminos de acceso.
  - Caminos de servicio.
  - Fundaciones (zapatas) y plataformas.
  - Subestación transformadora, edificio y canalizaciones.
  - Protección ambiental (tierra vegetal, plantación, etc.).
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS
  - Centro de transformación. Aerogenerador, líneas subterráneas.
  - Subestación y Control.
  - Línea eléctrica.
- AEROGENERADORES
- CONEXIÓN
- PROMOCIÓN

El parque eólico estudiado, presenta las siguientes características:

- Numero de aerogeneradores: 40.

- Potencia total: 34.000 KW.
- Potencia unitaria: 850 KW.
- Altura de la torre: 55 m.
- Diámetro de rotor: 52 m.
- Tensión de red interna: 66 KV.
- Tensión de conexión: 220 KV.
- Longitud de la línea de conexión: 33 km.

Se presenta a continuación la descripción de costos de la obra civil y su relación con el costo total de la instalación del parque. Detalles sobre otros ítems de costo pueden encontrarse en el documento de referencia. En las distintas partes de la obra civil se considera: preparación del terreno, excavación, terraplén, costo de material (hormigón, acero, grava, etc.), transporte de material, encofrado, protección ambiental.

La Tabla 42 ha sido extraída del estudio de referencia, la misma presenta un resumen de los costos de la obra civil del parque considerado. Se observa que el ítem que impacta mayormente dentro de la obra civil, es la construcción de las fundaciones (zapatas) de las torres. Esto ocurre en la mayoría de los casos. El impacto de los caminos de acceso es muy dependiente de lo alejado que este el parque eólico de los caminos y rutas públicas.

	P.T. (euros)	%
ACCESOS:	417,583	10.2
CAMINOS DE SERVICIO:	451,320	11.1
ZAPATAS:	2,610,748	64.0
PLATAFORMAS:	143,341	3.5
EDIFICIO:	156,263	3.8
ZANJAS:	239,328	5.9
PROTECCION AMBIENTAL:	62,287	1.5
	4,080,871	100.0

Tabla 42: Resumen de costos de obra civil de un parque eólico de 34 MW (Fuente [12])

La Tabla 43 presenta el resumen de costos totales, mientras que la Figura 41 ilustra en forma gráfica la participación de los distintos ítems. Se observa que la obra civil representa en este caso el 9,4 % de la inversión total, valor que es consistente con el Estudio #1.

RESUMEN	euros	euros / kW	%
INSTALACIONES ELECTRICAS	4.430.589	130	10,20
OBRA CIVIL	4.080.871	120	9,39
CONEXIÓN	2.871.615	84	6,61
AEROGENERADORES	30.000.000	882	69,04
PROMOCIÓN	2.069.154	61	4,76
	43.452.229	1.278	100,00

Tabla 43: Resumen del costo total de instalación de un parque eólico de 34 MW (Fuente [12])

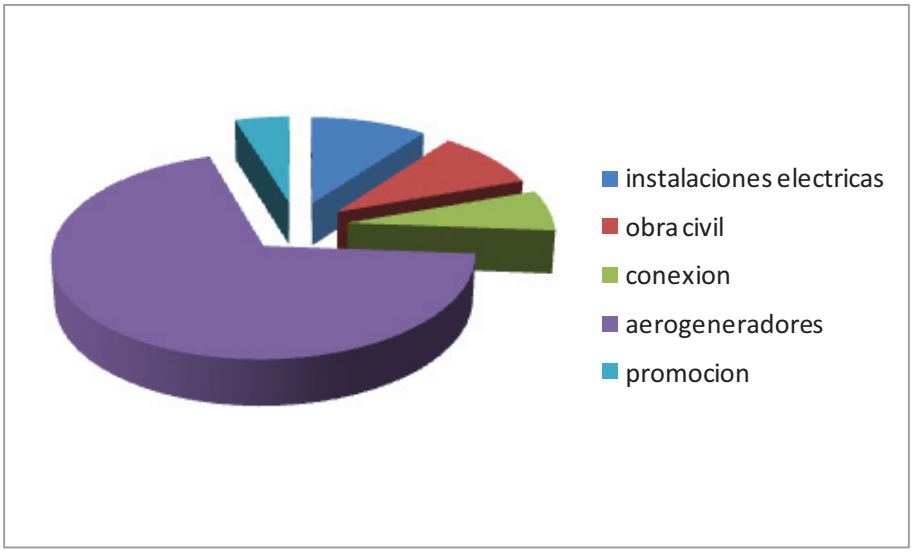


Figura 41: Participación relativa de distintos ítems en el costo total de instalación de un parque eólico de 34 MW.

Fuente #3: Wind Turbine Design Cost and Scaling Model, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Technical Report NREL/TP-500-40566, December 2006.

Este trabajo presenta un modelo desarrollado en el NREL que tiene por objeto proyectar la evolución de los costos futuros de generación eólica, en función de diversos indicadores tales como, el producto bruto interno (PBI), el índice de precios de producción, la proyección de costos de materiales, costos de mano de obra, así como otras variables económicas.

El objetivo del modelo sin embargo, no es el de predecir con precisión el precio de los aerogeneradores, el cual depende sensiblemente de las condiciones del mercado, sino estimar una proyección de costos futuros de la generación eólica en sus distintos componentes de costo (inversión, O&M, conexión, ambientales, etc.).

El modelo se confecciona en una planilla de cálculo que utiliza una formulación matemática simple para escalar los costos de los distintos componentes de los aerogeneradores y las instalaciones de un parque eólico, para diferentes tamaños y configuraciones.

Claramente el modelo en sí mismo no es relevante para este trabajo, sin embargo se presentan en el mismo, resultados de la aplicación del modelo de cálculo, de los cuales se puede extraer información, sobre la participación de la obra civil en los costos totales de inversión de emprendimientos de generación eólica.

La Tabla 44 presenta los resultados de un ejemplo de aplicación del modelo para una instalación con turbinas de 1,5 MW. El costo está parametrizado para un solo aerogenerador, es decir, no se calculo el costo total de la granja. De esta tabla, si se considera como costos de la obra civil las fundaciones ($46.000), rutas y otra obra civil ($79.000) y la mitad de los costos de ingeniería y permiso ($16.000), se obtiene un total para la parte civil de $141.000. Ese valor representa un 10 % (141,00/1.403) del costo total de inversión.

From Input Page	
Machine Rating (kWs)	1500
Rotor Diameter (meters)	70
Hub Height (meters)	65

Land Based Turbine		
Cost in $	2002	
Component	Component Costs $1000	Component Mass kgs
Rotor	237	28,291
Blades	152	13,845
Hub	43	10,083
Pitch mchnsm & bearings	38	3,588
Spinner, Nose Cone	4	775
Drive train,nacelle	617	43,556
Low speed shaft	21	3,025
Bearings	12	679
Gearbox	153	10,241
Mech brake, HS cpling etc	3	
Generator	98	5,501
Variable spd electronics	119	
Yaw drive & bearing	20	1,875
Main frame	93	19,763
Electrical connections	60	
Hydraulic, Cooling system	18	120
Nacelle cover	21	2,351
Control, Safety System, Condition Monitoring	35	
Tower	147	97,958
	0	
TURBINE CAPITAL COST (TCC)	1,036	169,804
Foundations	46	
Transportation	50	
Roads, Civil Work	79	
Assembly & Installation	38	
Electrical Interface/Connections	122	
Engineering & Permits	32	
	0	
	0	
	0	
BALANCE OF STATION COST (BOS)	367	0
	0	
Initial capital cost (ICC)	1,403	169,804
Installed Cost per kW (cost in $)	935	113,203
Turbine Capital per kW sans BOS & Warranty (cost in $)	691	113,203
Levelized Replacement Cost $ per year	16	
O&M $ per turbine/yr	30	
Land Lease Cost	5	
CAPACITY FACTOR	32.82%	
Net ANNUAL ENERGY PRODUCTION Energy MWh (AEP)	4312	
Fixed Charge Rate	11.85%	
COE $/kWh	0.0476	

Tabla 44: Resultado de la aplicación del modelo de NREL para el caso de una instalación de aerogeneradores de 1,5 MW (Fuente [13]).

Fuente #4: Sitio web de WindFacts.

Wind Energy - The Facts (WindFacts) es un consorcio de varias empresas, instituciones y expertos relacionados con el sector de energía eólica en Europa. El consorcio es liderado por la Asociación de Energía Eólica Europea (EWEA - European Wind Energy Association).

WindFacts lleva a cabo estudios e investigaciones relacionadas con la industria eléctrica eólica. Las publicaciones de esta organización son consideradas como una de las referencias más importantes en materia eólica en el mundo. Estas publicaciones proveen un panorama específico del sector de la energía eólica, con información detallada y actualizada sobre aspectos esenciales relativos a la energía eólica en la actualidad. La información se encuentra disponible en el sitio web http://www.wind-energy-the-facts.org/en/. El informe más actualizado disponible corresponde al año 2009. El mismo cubre los siguientes aspectos:

- Tecnología.
- Integración a la red de potencia.
- Economía de la generación eólica.
- Industria y mercados.
- Aspectos ambientales.
- Escenarios y objetivos de la industria eólica.

El capitulo 3, Economía de la Generación Eólica, trata entre otros aspectos la composición de los costos de inversión de parques eólicos, desglosado en sus componentes principales. La Tabla 45 presenta variaciones de la participación de los distintos ítems, en el costo total de inversión de un parque eólico. Dichos valores están basados en información sobre instalaciones reales en varios países europeos, incluyendo Alemania, Dinamarca, España, Portugal y el Reino Unido.

Tal como se ha mostrado en otros casos, el costo de inversión de una instalación eléctrica esta determinado fundamentalmente por el costo de los aerogeneradores. Se observa en esta tabla, que el peso relativo de los distintos componentes en el costo total, varía en un rango considerablemente amplio. Por ejemplo según este dato, el costo de los aerogeneradores puede representar entre el 64 % y el 84 % de la inversión total. Según el informe de WindFacts, los costos adicionales, lo cual incluye los distintos componentes de la obra civil, varía considerablemente de un país a otro, desde un 32 % en Portugal hasta un 16 % en Dinamarca.

Ítem	Porcentaje del costo total	Porcentaje respecto a los costos adicionales (*)
Aerogenerador	68-84 %	n/a
Fundaciones	**1-9 %**	**20-25 %**
Instalación eléctrica	1-9 %	10-15 %
Conexión a la red	2-10 %	35-45 %
Consultoría	1-3 %	5-10 %
Terreno	1-5 %	5-10 %
Costos financieros	1-5 %	5-10 %
Rutas y caminos de acceso	**1-5 %**	**5-10 %**

Tabla 45: Participación de los distintos ítems en el costo total de inversión de un parque eólico, basado en datos de instalaciones de Alemania, Dinamarca, España y el Reino Unido (Fuente:[14])

(*) Costos adicionales: incluye todos los componentes del parque que no conforman los aerogeneradores.

Fuente #5: Sitio web Renewable UK.

El grafico de la Figura 42 ha sido extraído del sitio web Renewable UK (http://www.bwea.com/ref/econ.html), que es una asociación que nuclea a profesionales y empresas de energías renovables en el Reino Unido. El principal objetivo de esta asociación, es el de promover el uso de las energías renovables, en especial eólica y mareomotriz. A través de sus actividades, la asociación provee información y educación sobre aspectos de energías renovables y brinda un foro para el desarrollo de la investigación y promoción de negocios en esta área. El gráfico presenta valores promedios generales de costos de instalación de parques eólicos. La apertura de costos es más amplia que en otros casos. Se observa que en este desglose, la obra civil representa el 13% de la inversión total.

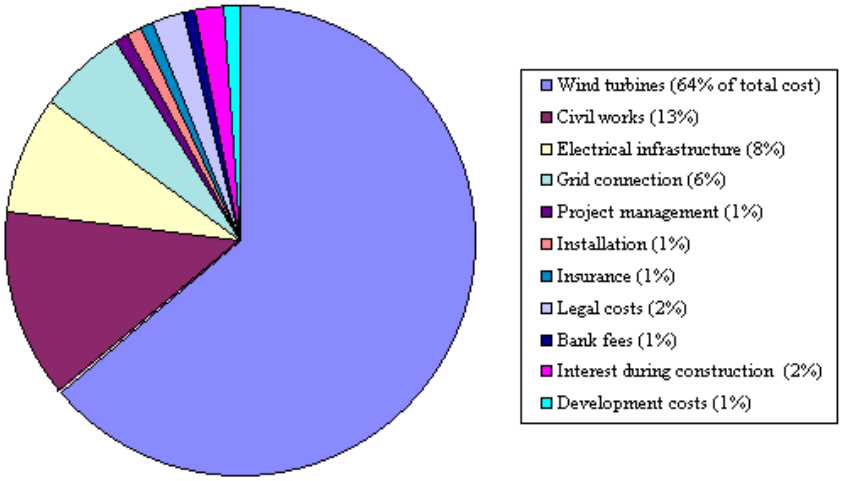
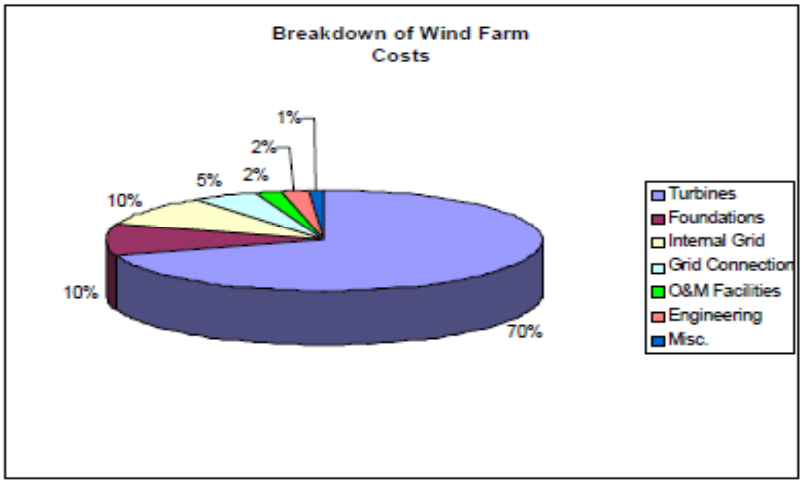


Figura 42: Componentes de costos de inversión de un parque eólico (Fuente: renewable UK http://www.bwea.com/ref/econ.html)

Fuente #6: O'Herlihy & Co. Ltd, Windfarm Construction: Economic Impact Appraisal, marzo de 2006.

Este estudio presenta una evaluación económica de tres parques eólicos en Escocia. El mismo tiene por objeto determinar el valor de mercado de los parques analizados y examinar el impacto de esos proyectos en la cadena de suministro local, para estimar el impacto de los mismos sobre el desarrollo de las economías locales.

La Figura 43 ha sido extraída del informe de referencia. La misma muestra una desagregación de los costos de inversión de parques eólicos en distintos componentes. Consistentemente con los demás casos presentados, el mayor costo lo representan los aerogeneradores en sí mismo. El costo de las fundaciones según esta fuente es del 10 % del total de la inversión. Esta fuente no identifica en forma separada otros ítems de la obra civil, tales como los caminos de acceso, zanjeo, etc. Sin embargo, dichos costos están de alguna manera contenidos en otros ítems. Por ejemplo, el ítem "red interna" es muy probable que incluya el costo de las zanjas para el enterramiento de los cables. Asimismo, se han englobado en un solo ítem toda la ingeniería, claramente parte de ese trabajo de ingeniería corresponde a la obra civil. Por lo tanto, es lógico considerar que según esta fuente la participación de la obra civil sea mayor al 10 % que solo corresponde a las fundaciones.



Source: Garrad Hassan & Partners

Figura 43: Apertura de costos de instalación de un parque eólico

Fuente #7: Empleo y Beneficios Económicos de Inversiones en Transmisión y Generación Eólica (Job and Economic Benefits of Transmission and Wind Generation Investments), Southwest Power Pool (SPP) Region The Battle Group, marzo 2010.

Este estudio tiene por objeto analizar la creación de empleos y estimulo económico originado por proyectos eólicos en la región de red, que pertenece al Southwest Power Pool (SPP). Se estudian diferentes escenarios de integración de energía eólica, uno con un total de 3.196 MW y el segundo escenario con 7.616 MW. El estudio incluye también el impacto de inversiones en la red de transmisión – nuevas líneas de 765 KV y 345 KV – que resultan necesarias para integrar la nueva generación eólica.

Se analizan los impactos económicos directos, indirectos e inducidos que tendrán estas inversiones en la economía de la región. El análisis se lleva a cabo con el modelo JEDI desarrollado por el NREL para el Departamento de Energía de Estados Unidos [24]. El modelo JEDI (del ingles: Job and Economic Development Impact "JEDI"), es muy utilizado en ese país para estimar en qué medida, inversiones en un sector específico, en este caso generación eólica, impactan en la economía de una región o un estado. En particular, el modelo JEDI provee una estimación de la creación de empleo, sueldos y otros ingresos, y la actividad económica de ramas relacionadas.

El trabajo también utiliza el modelo IMPLAN®, desarrollado por Minnesota IMPLAN Group, para estimar el impacto de las inversiones en la red de transmisión. Este modelo considera específicamente cuanto de los productos y servicios requeridos por la inversión es cuestión, pueden ser absorbidos por proveedores locales, y de esa forma, cuantifica el impacto económico en las distintas actividades económicas de la región.

El modelo JEDI requiere de una cantidad de datos de entrada para poder realizar el análisis de impacto económico. Los datos requeridos incluyen:

- Datos descriptivos del Proyecto:
  - Localización.
  - Capacidad total (MW).
  - Tamaño de las turbinas (kW).

- Costos del Proyecto.
- Costos de construcción.
- Costos de los equipos (turbinas, generadores, torres, etc.).
- Desarrollo de la planta (materiales, mano de obra, ingeniería, permisos, etc.).

- Costos de Operación y Mantenimiento:
  - Mano de obra.
  - Personal.
  - Materiales y servicios.
- Otros parámetros:
  - Costos financieros.
  - Impuestos.
  - Costo del terreno.
  - Costos administrativos.

Desde el punto de vista de este estudio lo que interesa en realidad, es justamente esta información de costo, más que los resultados del estudio de impacto económico. Como se mencionó anteriormente, el estudio analiza dos posibles escenarios de integración eólica, uno con un total de 3.196 MW y el segundo con 7.616 MW. La Tabla 46, extraída del estudio de referencia, presenta la desagregación de los costos de inversión relacionados con el primer escenario. Se observa en esta tabla que los costos de los aerogeneradores representan más del 75 %. En esta tabla no se identifica el costo de obra civil como una categoría en sí misma, sin embargo de la misma, puede identificarse la participación de la parte civil. En efecto, el ítem Materiales -> Construcción, incluye mayormente los materiales relacionados con este tipo de obra. Este ítem representa el 11 % del total. Por otro lado, el ítem Labor también incluye parte de los trabajo de civiles. Por lo tanto, puede inferirse que la participación de la obra civil, según estos datos, es de alrededor del 13 % del costo total de inversión.

Table 10
JEDI Construction Cost Allocation and Share of In-Region Supply for 3,196 MW Wind Portfolio

Project Construction Cost Inputs for JEDI	Costs	Percent of Total	Low In-Region Share	High In-Region Share
	(Millions 2010$)	(%)	(%)	(%)
Equipment Costs				
Turbines	2,925	46%	0%	0%
Blades, Towers, Transportation	1,956	30%	0%	50%
Materials				
Construction (concrete, rebar, site prep)	693	11%	90%	90%
Transformer	78	1%	0%	50%
Wire/Electrical/Other	233	4%	81%	81%
Labor				
Foundation, Erection, Electrical	100	2%	78%	78%
Management/Supervision/Other	264	4%	46%	46%
Development/Other				
Interconnection	62	1%	71%	71%
Engineering	65	1%	0%	0%
Siting	52	1%	100%	100%
Total	**6,427**	**100%**	**17%**	**33%**

Tabla 46: Costos de inversión considerados en el estudio de impacto económico (Fuente: [23])

Fuente #8: Consulta directa con desarrolladores de proyectos eólicos.

Los consultores llevaron a cabo una consulta telefónica con personal de la empresa IMPSA Wind (Industrias Metalúrgicas Pescarmona Sociedad Anónima), que es el principal fabricante de aerogeneradores y proyectos de generación eólica en la Argentina.

IMPSA construyó el parque eólico Arauco en la Provincia de La Rioja. El parque tiene una potencia instalada de 25 MW con doce generadores. El parque demandó una inversión de $245 millones de pesos. Se prevé una segunda etapa de construcción que elevara la potencia a 50 MW. IMPSA Wind también está desarrollando proyectos eólicos en otras partes de la Argentina, Brasil y otros países de Latinoamérica.

Según los expertos de IMPSA, la participación de la obra civil en la inversión total de una granja eólica ronda entre el 15 % y el 20 %, dependiendo de la localización del parque, el tipo de turbinas, y de la infraestructura existente en el lugar de emplazamiento.

4.3 Resumen y Conclusiones

En esta sección se ha recolectado y analizado información de muy diferentes y variadas fuentes, con el objeto de estimar la participación de la obra civil en el costo total de inversión de un parque eólico. El análisis muestra que si bien existe una dispersión importante entre las distintas fuentes, el porcentaje de participación de la obra civil ronda entre el 10 % y el 15 % del costo total de inversión. Un elemento que dificulta la estimación de este porcentaje, es la diferencia que existe en la desagregación y denominación de los ítems que corresponden a la obra civil. En el Capitulo 3 se describió que los principales componentes de esta categoría de obra, incluyen las fundaciones de las turbinas y plataformas, los caminos de acceso e internos, la excavación y zanjeo para cables y la construcción de la subestación. Sin embargo, en la mayoría de los casos analizados (información disponible), no se encuentra una apertura de costos con ese nivel detalle. La forma en que algunos estudios desagregan los ítems de costos, da a entender que hay participación de obra civil en otros rubros, por ejemplo la Fuente #4 describe “consultoría” como un ítem separado, y la Fuente #6 hace lo propio con el ítem “Ingeniería”. Es razonable considerar que hay, dentro de estos ítems, un componente que corresponde en realidad a la obra civil.

5. Tarea 2: Impacto Económico sobre la Industria de la Construcción de los Planes de Renovables en el País

5.1 Planes de Generación de Energía Renovable en Argentina

El programa GENREN, es el programa que la Secretaria de Energía junto con ENARSA lleva a cabo en forma conjunta, para la implementación de nueva generación de energía eléctrica que utilice como combustible primario, fuentes de energía con características renovables. El objetivo principal, es la diversificación de la Matriz Energética con una participación federal y distribuida de las nuevas fuentes energéticas a incorporar.

En el mes de junio de 2010 se llevó a cabo el proceso licitatorio, con un total de 21 empresas oferentes y 51 proyectos presentados. La potencia ofertada fue por 1.436,5 MW, un 40 % superior a lo requerido. Las empresas Adjudicatarias fueron las siguientes:

- Emgasud Renovables S.A.
- Patagonia Wind Energy S.A.
- Energías Sustentables S.A.
- International New Energy.
- Sogesic S.A.
- Isolux Corsan Argentina S.A.
- IMPSA S.A.
- Nor Aldyl S.A.
- Centrales Térmicas.
- Mendoza S.A.
- SIRJ SRL.
- GeneraciónEólica S.A.
- IECSA S.A. -Hidrocuyo S.A.

En la figura siguiente, se presentan los datos de cada central por propietario oferente y con el detalle de potencia en MW a instalar.

EÓLICA (754 MW)

	Central	Proponente	Potencia MW
1	Malaspina I	IMPSA	50,0
2	Pto. Madryn Oeste	Energías Sustentables S.A.	20,0
3	Malaspina II	IMPSA	30,0
4	Pto. Madryn II	Emgasud Renovables S.A.	50,0
5	Pto. Madryn I	Emgasud Renovables S.A.	50,0
6	Rawson I	Emgasud Renovables S.A.	50,0
7	Rawson II	Emgasud Renovables S.A.	30,0
8	Pto. Madryn Sur	Patagonia Wind Energy S.A.	50,0
9	Pto. Madryn Norte	International New Energies S.A.	50,0
10	KOLUEL KAIKE I	IMPSA	50,0
11	KOLUEL KAIKE II	IMPSA	25,0
12	Loma Blanca I	Isolux S.A.	50,0
13	Loma Blanca II	Isolux S.A.	50,0
14	Loma Blanca III	Isolux S.A.	50,0
15	Loma Blanca IV	Isolux S.A.	50,0
16	Tres Picos I Básica	Sogesic S.A.	49,5
17	Tres Picos II Básica	Sogesic S.A.	49,5

TÉRMICA CON BIOCOMBUSTIBLES (110,4 MW)

	Central	Proponente	Potencia MW
18	Bella Vista	Nor Aldyl S.A.	8,4
19	Paraná	Emgasud Renovables S.A	34,0
20	San Lorenzo	Nor Aldyl S.A.	34,0
21	Bragado	Nor Aldyl S.A.	34,0

PEQUEÑOS APROVECHAMIENTOS HIDROS (10,6 MW)

	Central	Proponente	Potencia MW
22	La Rápida	IECSA S.A. Hidrocuyo S.A.	4,2
23	La Lujanita	SIRJ S.R.L.	1,7
24	Lujan de Cuyo	Centrales Térmicas Mendoza S.A.	1,0
25	Los Algarrobos	IECSA S.A. Hidrocuyo S.A.	2,3
26	Las Pirquitas	IECSA S.A. Hidrocuyo S.A.	1,4

SOLAR FOTOVOLTAICA (20 MW)

	Central	Proponente	Potencia MW
27	Chimbera III	Nor Aldyl S.A.	5,0
28	Cañada Honda III	International New Energy S.A.	5,0
29	Chimbera II	Generación Eólica S.A.	3,0
30	Cañada Honda II	Energías Sustentables S.A.	3,0
31	Cañada Honda I	Energías Sustentables S.A.	2,0
32	Chimbera I	Generación Eólica S.A.	2,0

POTENCIA TOTAL: 895 MW

Figura 51: Detalles por tipo de la nueva Generación Renovable[25]

El plan tiene un presupuesto de 9.000 Millones de Pesos de inversión y supone más de 2 millones de toneladas de CO2 evitados, por el reemplazo de derivados del petróleo como fuente primaria de combustible, en los futuros ingresos de generación.

Por lo tanto, el Programa GENREN que lleva a cabo la Secretaría de Energía, tiene previsto el ingreso de casi 1.000 MW de Energía Renovable, correspondiente a un 5 % de la demanda.

5.2 Estimación de la Participación de la Industria de la Construcción

Los resultados de la sección anterior, Tarea 1, indican que la obra civil representa entre un 10 % y 15 % del monto total de inversión, en un proyecto de generación eólica. No ha podido determinarse un monto similar para las otras tecnologías, sin embargo, puede asumirse en este caso que representan un porcentaje similar. En el plan del GENREN el mayor porcentaje corresponde a generación eólica, por lo que el error en la estimación para las otras tecnologías es de menor cuantía.

En base a los resultados de la Tarea 1, se estima un rango de variación en el que puede variar el monto de inversión total correspondiente a la industria de la construcción. El rango es el siguiente:

- Límite inferior: 9000 millones de pesos *0.1 = 900 millones de pesos.
- Límite superior: 9000 millones de pesos *0.15 = 1.350 millones de pesos.

6. Resumen y Conclusiones

El objetivo planteado era determinar la influencia de la nueva generación renovable en la industria de la construcción, y el impacto que puede provocar el incentivo de la misma dentro del sector.

En este trabajo se presenta una estimación de la participación de la industria de la construcción en los planes de generación de energías renovables en los próximos años en Argentina. El análisis se basa en determinar un porcentaje, o rango de porcentajes, típico de participación de la obra civil en los montos totales de inversión de proyectos de renovables. Esos porcentajes se aplican posteriormente al monto total estimado de los planes de integración de renovables, para determinar el potencial impacto en la industria de la construcción.

Los resultados indican que pueden esperarse entre $ 900 millones y $ 1.350 millones, correspondientes a la industria de la construcción. Los resultados son algo conservadores, aún el rango superior, ya que como se indicó en la Sección 4, la consulta realizada con especialistas locales en la fabricación y construcción de plantas eólicas, la participación de la obra civil puede representar en algunos casos hasta el 20 % del total. Eso depende de varios factores, tales como el tamaño del parque, el tamaño de las turbinas, la ubicación del parque respecto a caminos y rutas públicas, etc.

Por otro lado, depende también que ítems específicos se consideren dentro de la obra civil. Por ejemplo, el tendido de líneas de transmisión incluye trabajo en obras civiles, pero muchas veces se agrupa ésta parte dentro del rubro obra eléctrica.

Los resultado obtenidos en este trabajo, se han referido únicamente a los generadores eólicos, puesto que es la mayoría de la tecnología a incorporar, en el mediano plazo. Sin embargo, se infirió el resultado a la totalidad de la nueva matriz a agregar, sin cometer grandes errores, puesto que se estima que como es nueva tecnología, el peso porcentual de la misma pesa por arriba del 70 % del total de la inversión.

La conclusión es que el sector de la construcción, se verá también beneficiado con las nuevas políticas de inversión en fuentes de energía renovable, puesto que todas necesitarán de obras civiles solidas para apoyar los generadores eléctricos y de múltiples caminos, para integrar el origen de las fuentes primarias abundantes, con la creciente demanda en energía eléctrica.

7. Referencias Bibliográficas

[1]. NYSERDA, “Wind Turbine Technology Overview”, 2005. Disponible en www.powernaturally.org O’Herlihy & Co. Ltd, “Wind farm Construction: Economic Impact Appraisal”, A Final Report to Scottish Enterprise, marzo de 2003.

[2]. U.S Department of Energy, “20% Wind Energy by 2030 – Increasing Wind Energy’s Contribution to U.S. Electricity Supply”, July 2008.

[3]. AEE (Asociación Empresa Eólica), “Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España”, Actualización 2010.

[4]. NREL, “Economic Development Benefits from Wind Power in Nebraska: A Report for the Nebraska Energy Office”, Technical Report NREL/TP-500-44344 Revised June 2009.

[5]. Technical Report NREL/TP-500-44344, Revised June 2009. “Economic Development Benefits from Wind Power in Nebraska: A Report for the Nebraska Energy Office”.

[6]. AEE, Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España, Actualización 2010 I Proyección 2020.

[7]. José Aixalá Pastó, Luis Pérez y Pérez, Jaime Sanaú Villarroya, Blanca Simón Fernández (Dir.), Universidad de Zaragoza, ESTIMACIÓN DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN (1996-2012), Zaragoza, Mayo de 2009.

[8]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Análisis de los Requerimientos de Infraestructura e Inversiones en el Sector de Distribución del Sistema Eléctrico Nacional”, Agosto 2010.

[9]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Análisis de Requerimientos de Infraestructura e Inversiones en el Sistema Eléctrico en el Área Metropolitana”, Noviembre 2009.

[10]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Análisis de Respuesta de la Demanda para Mejorar la Eficiencia de Sistemas Eléctricos – Aplicación Al Sistema Eléctrico Argentino”, Septiembre 2009.

[11]. Costes de implantación de un parque eólico, Jose Maria Yusta Loyo, Universidad de Zargoza, España.

[12]. L. Fingersh, M. Hand, and A. Laxson, “Wind Turbine Design Cost and Scaling Model”, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Technical Report NREL/TP-500-40566, December 2006

[13]. Wind Energy – The Facts, Part III, The economics of Wind Power. Disponible en http://www.wind-energy-the-facts.org/documents/download/Chapter3.pdf

[14]. EIA Parque Eólico El Arrayán Región de Coquimbo, Capítulo 2 - Descripción de Proyecto, Chile, Septiembre, 2009

[15]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Estudio y Análisis de las Capacidades y Desafíos de la Industria de la Construcción de Infraestructuras en Relación a la Demanda Estimada para el Período 2007-2017 - Aplicación Al Sector Eléctrico”, Julio 2008.

[16]. CAMMESA, Informe Anual del Mercado Eléctrico Mayorista 2009. Disponible en www.cammesa.com Fundación Bariloche, Energías Renovables, diagnostico, barreras y propuestas,

Junio 2009.

[17]. Wind Turbine Design and Implementation, Worcester Polytechnic Institute, March 2010

[18]. J.L. Contreras, L. Frantzis, S. Blazewicz, D. Pinault, and H. Sawyer, “Photovoltaics Value Analysis”, Navigant Consulting Inc. Burlington, NREL Subcontract Report NREL/SR-581-42303, February 2008

[19]. ENSOL SA, Proyecto de Generación de Energía Eléctrica Parque Eólico Pintado – Florida, Uruguay, Informe Ambiental Resumen, Mayo 2011.

[20]. J. Pfeifenberger, J. Chang, D. Hou and K. Madjarov, “Job and Economic Benefits of

[21]. Transmission and Wind Generation Investments in the SPP Region”, The Battle Group for SPP, 2010.

[22]. Job and Economic Development Impact (JEDI) Model: A User-Friendly Tool to Calculate Economic Impacts From Wind Projects, NREL/CP-500-35953, 2004: Disponible en http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35953.pdf Alberto Del Rosso & Andrés Ghia, “Análisis de Requerimientos de Infraestructura e Inversiones en Generación en el Sistema Eléctrico Nacional, Cámara Argentina de la Construcción, Noviembre 2010.